

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВАКУУМНЫХ КОНДЕНСАТОВ

Зубков А.И., Ильинский А.И., Соболев О.В., Зозуля Э.В., Бармин А.Е., Луценко Е.В.

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
Харьков, Украина
anzubkov@km.ru*

В паровой фазе на атомарном и молекулярном уровнях можно получать гомогенные смеси любых веществ, в том числе таких, которые не взаимодействуют в равновесных условиях ни в жидком, ни в твердом состояниях. Кристаллизация таких паровых смесей на твердых подложках в вакууме происходит с высокими скоростями охлаждения достигающими $\sim 10^9$ град/сек. Эти главные факторы позволяют получать в виде пленок, порошков, покрытий, а в последнее время и листовых материалов миллиметровой размерности металлические конденсаты с широким спектром структурных состояний; аномальные пересыщенные твердые растворы, композиты с различной геометрией составляющих компонентов и т.д. Примером таких объектов служат бинарные системы Cu - Al₂O₃, W, Mo; Fe - W.

Исследование этих материалов [1-3] показали, что они обладают высокими механическими и электрофизическими свойствами стабильными в широком интервале температур. Например, предел прочности конденсатов Cu - 1 об. % Al₂O₃ после отжига 900°C сохраняется на уровне 0,6 ГПа при электропроводности составляющей 85% от чистой меди. В псевдосплавах Cu - 1 ат. % Mo (W) исходный размер зерна медной матрицы (~ 200 нм) сохраняется при температуре 900°C в течении нескольких часов. При этом временный предел прочности и электропроводность составляют ~ 900 МПа и $\sim 70\%$ от чистой меди соответственно. Легирование железа вольфрамом в количестве 0,8 ат. % приводит к формированию наноструктуры со средним размером зерна около 50 нм и твердостью 5,5 ГПа. Такой уровень твердости достигается в сплавах Fe - W металлургического происхождения примерно при 14 ат. % W. Микрокристаллические конденсаты Fe - W имеют высокую термическую стабильность - рекристаллизация начинается при $\sim 900^\circ\text{C}$, что на 250 - 300°C превышает температуру рекристаллизации металлургических сплавов с аналогичным содержанием вольфрама и тем более наноструктурных сплавов на основе железа.

В работе обсуждаются взаимосвязь технологических условий получения со структурными состояниями и свойствами объектов исследований. Анализируются факторы, способствующие эффективному снижению зерна матричного металла до нанометровой размерности. Оцениваются вклады зернограничного и дисперсного упрочнения в достигаемый уровень механических свойств.

- [1] Zozulya E.V., Il'inskii A.I., Kolupaev I.N. Structure and electrical resistance of dispersion-strengthened vacuum-deposited Cu-Al₂O₃ nanocomposites // The Physics of Metals and Metallography. – 2011. – Vol. 111. – №. 2. – P. 155-157.
- [2] Barmin A.E., Zubkov A.I., Il'inskii A.I. Structural features of the vacuum condensates of iron alloyed with tungsten // Functional Materials 2012 – Vol. 19, №2. – P. 256-259.
- [3] Зубков А.И., Панова Ю.В. Структура и прочность нанофазных конденсатов Cu-Mo // Вестник Национального технического университета «ХПИ» Сборник трудов. Тематический выпуск: Новые решения в современных технологиях. Харьков НТУ «ХПИ» 2011.-№24.- С. 93-98.